

**Heat exchanger of the crosscurrent type**

Patent Number: ☐ US6318456  
Publication date: 2001-11-20  
Inventor(s): LUZ KLAUS (DE); BRENNER MARTIN (DE); DAMSOHN HERBERT (DE); PFENDER CONRAD (DE)  
Applicant(s): BEHR GMBH & CO (US)  
Requested Patent: ☐ DE19909881  
Application Number: US20000519660 20000306  
Priority Number(s): DE19991009881 19990306  
IPC Classification: F28F3/08  
EC Classification: F28D9/00D2, F28D9/00F4B, F28F3/04  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

The invention relates to a heat exchanger of the crosscurrent type, through which at least two fluids flow, consisting of plates which are stacked one on the other between two cover plates and which are spaced from one another in regions and are in contact in regions, so that fluid paths are formed between them in a heat transfer region, and of inlet ducts and outlet ducts which are arranged laterally in duct regions and which are formed from inlet duct openings and outlet duct openings in the plates, at least one inlet duct and one outlet duct being fluidically connected to a group of fluid paths which are next but one. The object of the invention is to develop a heat exchanger of the type initially mentioned, in such a way that, while having at least the same operating reliability, it can be produced more efficiently and more cost-effectively and has a lower weight. In order to achieve this object, there is provision for the spacing of the plates to be carried out by means of shaped-out portions of the plates

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 09 881 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**F 28 D 9/02**

②① Aktenzeichen: 199 09 881.6  
②② Anmeldetag: 6. 3. 1999  
④③ Offenlegungstag: 7. 9. 2000

DE 199 09 881 A 1

⑦① Anmelder:  
Behr GmbH & Co, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Brenner, Martin, Dipl.-Ing., 75249 Kieselbronn, DE;  
Luz, Klaus, Dipl.-Ing., 71083 Herrenberg, DE;  
Damsohn, Herbert, Dr., 73773 Aichwald, DE;  
Pfender, Conrad, Dr., 74354 Besigheim, DE

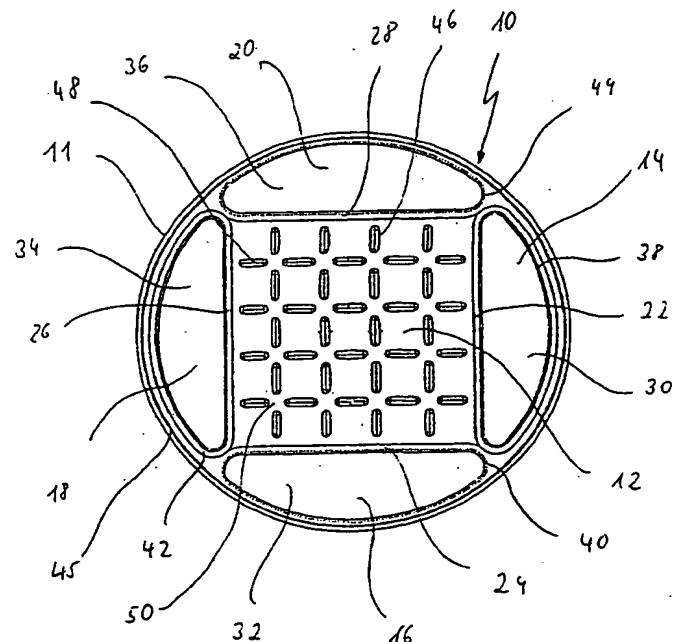
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 43 43 399 C2  
DE 196 54 361 A1  
DE 195 28 117 A1  
DE-OS 22 50 222  
DE-OS 22 07 756

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Wärmeübertrager in Kreuzstrom-Bauweise

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager in Kreuzstrom-Bauweise, der von wenigstens zwei Fluiden durchströmt wird, bestehend aus zwischen zwei Abdeckplatten aufeinander gestapelten Platten, die bereichsweise voneinander beabstandet und bereichsweise in Kontakt sind, so daß zwischen ihnen in einem Wärmeübertragungs-bereich Fluidpfade gebildet sind, und seitlich in Kanäle-Bereichen angeordneten Eintrittskanälen und Austrittskanälen, die aus Eintrittskanal-Durchbrüchen und Austrittskanal-Durchbrüchen in den Platten gebildet sind, wobei jeweils wenigstens ein Eintrittskanal und ein Austrittskanal mit einer Gruppe von jeweils übernächsten Fluidpfaden in Fluidverbindung steht. Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß er bei wenigstens gleicher Betriebssicherheit wirtschaftlicher und kostengünstiger zu fertigen ist und ein geringeres Gewicht aufweist. Um diese Aufgabe zu lösen ist vorgesehen, daß die Beabstandung der Platten durch Ausformungen der Platten erfolgt.



DE 199 09 881 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager in Kreuzstrom-Bauweise gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Ein solcher Wärmeübertrager ist aus der Offenlegungsschrift DE 195 28 117 bekannt. Dieser Wärmeübertrager besteht aus Strömungskanalplatten mit Strömungskanal-Durchbrüchen sowie Verbindungskanalplatten. Die Strömungskanalplatten und Verbindungskanalplatten sind abwechselnd so übereinander gestapelt, daß keine Fluidverbindung zwischen den Strömungskanal-Durchbrüchen benachbarter Strömungskanalplatten besteht. Die Strömungskanal-Durchbrüche der Strömungskanalplatten sind dabei in Form von länglich geformten Aussparungen ausgeführt, die im Zusammenspiel mit den geschlossenen Verbindungskanalplatten Fluidpfade bilden. Die Höhe der Fluidpfade ergibt sich dabei durch die Dicke der Strömungskanalplatten. Zur Bildung eines jeweiligen Fluidpfades sind jeweils eine untere Verbindungskanalplatte, eine Strömungskanalplatte sowie eine obere Verbindungskanalplatte erforderlich.

Nachteilig an einem solchen bekannten Wärmeübertrager ist die relativ große Anzahl von Einzelteilen, da zur Bildung eines jeweiligen Fluidpfades jeweils eine untere Verbindungskanalplatte, eine Strömungskanalplatte sowie eine obere Verbindungskanalplatte erforderlich sind. Daraus ergibt sich ein vergleichsweise hohes Gewicht und ein großer Materialbedarf. Dieser Materialbedarf wird erhöht durch die Tatsache, daß die Aussparungen für die Strömungskanäle durch trennende Fertigungsverfahren aus den Strömungskanalplatten entfernt werden, wodurch ein vergleichsweise großer Materialverlust von hochwertigen Materialien erfolgt. Dadurch, daß zur Bildung eines Fluidpfades drei Platten benötigt werden, ergibt sich ebenfalls eine große Anzahl von Fügenähten, die während der Fertigung des Wärmeübertragers zuverlässig fluiddicht abgedichtet werden müssen, um eine hinreichende Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Wärmeübertrager der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß die zuvor genannten Nachteile vermieden werden, sodaß er bei wenigstens gleicher Betriebssicherheit wirtschaftlicher und kostengünstiger zu fertigen ist und ein geringeres Gewicht aufweist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß die Beabstandung der Platten durch Ausformungen der Platten erfolgt. Dadurch werden zur Bildung der jeweiligen Fluidpfade jeweils lediglich zwei Platten benötigt; da die Beabstandung der Platten nicht durch eine dritte, jeweils dazwischen angeordnete und mit Aussparungen versehene Platte, sondern durch Ausformungen einer oder beider Platten erfolgt, so daß die Platten lediglich durch die Ausformungen beabstandet werden. Durch eine solche Gestaltung des Wärmeübertragers wird die Anzahl der Einzelteile stark verringert sowie das Gesamtgewicht deutlich reduziert. Es verringert sich ebenfalls die Anzahl der abzudichtenden Fügenähte zwischen den einzelnen Platten aufgrund der reduzierten Anzahl der Platten. Ebenso wird die Komplexität der Fertigungsverfahren verringert, da zur Herstellung der Ausformungen der Anteil formender Verfahren der Blechumformung gegenüber trennenden Verfahren wie Stanzen oder Fräsen erhöht wird, was ebenfalls die Fertigungskosten reduziert und Materialverluste deutlich vermindert.

In Ausgestaltung der Erfindung sind gemäß Anspruch 2 die Ausformungen durch bereichsweise angeordnete Noppen und/oder Sicken gebildet. Dabei dienen die Noppen in

erste Linie der Beabstandung von jeweils benachbarten Platten, während die Sicken vorrangig der Abdichtung sowohl unterschiedlicher Bereiche innerhalb des Wärmeübertragers als auch der Abdichtung nach außen dienen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 3 weisen die Fluidpfade eine Höhe von etwa 0,1 mm bis 2 mm bei einer Breite von etwa 3 bis 20 mm und die Platten eine Dicke von etwa 0,03 bis 0,3 mm auf. In diesen vergleichsweise geringen Abmessungen des Wärmeübertragers liegt ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem oben aufgeführten Stand der Technik. Durch die sehr feinen Kanäle mit ihrer äußerst geringen Fluidpfadhöhe wird insbesondere für den Fall, in dem flüssige Fluide den Wärmeübertrager durchströmen, eine gute und schnelle Wärmeübertragung zwischen dem Fluid und den Platten gewährleistet. Die geringe Dicke der Platten wiederum garantiert einen guten und schnellen Wärmedurchgang, so daß bei wechselnden Temperaturen der Fluide eine schnelle Wärmeübertragung vom erstgenannten Fluid auf das jeweils benachbarte Fluid mit geringen Reaktionszeiten gewährleistet ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 4 sind die Platten jeweils gleicher Bauart und gegenüber der jeweils nächsten Platte um 90° gedreht gefügt. Dadurch wird es ermöglicht, mit einer einzigen Bauart von Platten, die lediglich während der Montage verschieden gehandhabt werden, indem sie gegeneinander verdreht montiert werden, einen derartigen Wärmeübertrager mit einfachen Mitteln und geringen Werkzeugkosten zu fertigen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 5 erheben sich die Noppen und/oder Sicken jeweils teilweise auf unterschiedlichen Seiten der jeweiligen Platte. Durch solchermaßen zweiseitig angebrachte Noppen und Sicken ergibt sich die Möglichkeit, mit relativ geringen Umformungsgraden der ausgeformten Noppen und Sicken jeweils Fluidpfadhöhen zu erreichen, die doppelt so hoch sind wie die einzelnen ausgeformten Noppen und Sicken, wenn sich zwei Noppen oder Sicken gegenüberliegen und in Kontakt sind.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 6 weisen die Platten im Wärmeübertragungsbereich Noppen-Reihen auf, wobei einzelne Noppen auf einer gemeinsamen Noppen-Achse gelegen sind, so daß die Noppen-Reihen aus mehreren aufeinanderfolgenden Noppen und jeweils dazwischen angeordneten unverformten Bereichen bestehen. Durch diese systematische Anordnung der Noppen wird es ermöglicht, die Noppen dicht benachbart zu platzieren und zudem gleichzeitig Bereiche zu belassen, in denen das Fluid frei von Störungen strömen kann.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 7 weisen die Noppen eine etwa ovalförmige Gestalt auf. Eine solche Form bietet insbesondere dann, wenn die Noppen mit ihrer kleineren Stirnfläche in Strömungsrichtung orientiert sind, Vorteile bezüglich möglicher Druckabfälle.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 8 sind auf den Platten jeweils mehrere Noppen-Reihen parallel zueinander und parallel zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluids angeordnet. Dadurch ergeben sich Vorteile bezüglich der Druckstabilität des Wärmeübertragers, denn je mehr Noppen vorhanden sind, desto druckstabiler kann der Wärmeübertrager ausgeführt werden. Die Anordnung dieser Noppen in parallelen Reihen gewährleistet eine große Druckstabilität bei geringem Strömungswiderstand.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 9 sind auf den Platten jeweils mehrere der Noppen-Reihen parallel zueinander und senkrecht zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluids angeordnet. Durch diese systematisch angeordnete Erhöhung der Dichte der Noppen wird die Druckstabilität weiter erhöht, ohne die Strömungswider-

stände zu sehr zu erhöhen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 10 ragen die parallel zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluidpfades gelegenen Noppen-Reihen von beiden den jeweiligen Fluidpfad begrenzenden Platten in den jeweiligen Fluidpfad hinein und sind in gegenseitigem Kontakt. Der Abstand der Noppen und Sicken zueinander ist dabei derart gewählt, daß trotz der sehr dünnen Platten die nötige Druckstabilität des Wärmeübertragers gewährleistet ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 11 sind auf den Platten jeweils mehrere Fluidpfad-Sicken parallel zueinander und parallel zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluids angeordnet. Diese sind alternativ zu den parallel zur Strömungsrichtung eingesetzten Noppen-Reihen vorgesehen und vergrößern die Kontaktfläche zwischen den sich jeweils berührenden Platten und damit die Druckstabilität weiter und verursachen zudem im Vergleich zu den einzeln angeordneten Noppen weniger Verwirbelungen in der jeweiligen Fluidströmung.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 12 ragen die senkrecht zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluidpfades gelegenen Noppen-Reihen von beiden den jeweiligen Fluidpfad begrenzenden Platten von dem jeweiligen Fluidpfad weg. Sie übernehmen damit im jeweils benachbarten Fluidpfad die Funktion von parallel zur Strömungsrichtung gelegenen Noppen-Reihen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 13 weisen die Eintrittskanal-Durchbrüche und Austrittskanal-Durchbrüche mehrere einzelne Durchbruch-Bereiche, die durch Trennstege voneinander getrennt sind, auf. Durch diese Trennstege, die weniger eine strömungstechnische Funktion als vielmehr eine Stabilitätsfunktion haben, werden die Bereiche der Eintrittskanal-Durchbrüche und Austrittskanal-Durchbrüche druckstabiler.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 14 und 15 sind die Eintrittskanal-Durchbrüche und Austrittskanal-Durchbrüche von Kanal-Sicken umrandet. Diese sorgen für eine Abdichtung der Ein- und Austrittskanäle, und zwar sowohl bezüglich der Außenhaut als auch innerhalb des Wärmeübertragers. Dadurch, daß sich die Kanal-Sicken der jeweils gegenüberliegenden Eintritts-Durchbrüche und Austritts-Durchbrüche auf eine andere Seite der jeweiligen Platte erheben als die Kanal-Sicken der jeweils anderen, ebenfalls jeweils gegenüberliegenden Eintritts-Durchbrüche und Austritts-Durchbrüche, wird in Zusammenhang mit der bei der Montage durchgeführten Drehung um 90° abwechselnd eine Verbindung beziehungsweise eine Abdichtung zwischen dem jeweiligen Fluidkanal und dem Eintritts- oder Austrittskanal geschaffen.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 16 und 17 weisen der Wärmeübertragungsbereich eine etwa quadratische Form und die Kanäle-Bereiche eine etwa quadratische Umfangskante auf. Dadurch ist es möglich, die Kanäle-Bereiche über die gesamte Zu- und Abflußfläche der Fluidkanäle gleich groß auszugestalten, so daß es zu möglichst gleichmäßigen Strömungen kommt. Alternativ dazu kann der Wärmeübertragungsbereich eine etwa quadratische Form und die Kanäle-Bereiche eine etwa kreisrunde Umfangskante aufweisen, so daß die Eintritts-Durchbrüche und Austritts-Durchbrüche eine etwa halbovale Querschnittsform haben. Dadurch können zwar die o. g. Vorteile einer gleichmäßigen Strömung nicht voll erreicht werden, statt dessen gewinnt der Wärmeübertrager aber an Kompaktheit bezüglich der Außenmaße.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 18 sind in die Platten tiefgezogene Turbulatoren integriert. Diese können gemäß Anspruch 19 in Form von Winglets ausgebildet sein. Diese Turbulatoren bewirken eine Verstär-

kung der Turbulenz der Kanalströmung und dadurch eine Verbesserung der Wärmeübertragung. Dabei können die Turbulatoren gemäß Anspruch 20 mit einer Turbulatorenhöhe in die jeweiligen Fluidpfade hineinragen, die geringer ist als die Fluidpfadhöhe des jeweiligen Fluidpfads, womit eine weitere Verstärkung der Turbulenz verbunden ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 21 sind die Platten von jeweils übernächsten Fluidpfaden zur Aufnahme von Wellrippen durch Wellrippen-Noppen beabstandet, die höher sind als die jeweils anderen Noppen. Dabei weisen die Wellrippen-Noppen gemäß Anspruch 22 eine Noppenhöhe von 0,5 mm bis 4 mm auf und ragen wechselseitig zu beiden Seiten der jeweiligen Platte. Beim Stapeln dieser Platten stützen sich diese über die Noppen bzw. Sicken gegenseitig ab, so daß Zwischenräume von 1 mm bis 8 mm Höhe entstehen. Des weiteren weisen die Wellrippen gemäß Anspruch 23 Aussparungen auf, die derart mit der Anordnung der Wellrippen-Noppen korrespondierend ausgeführt sind, daß die Wellrippen-Noppen durch diese Aussparungen und damit durch die Wellrippen hindurch in Kontakt sind. Zur Herstellung dieser Wellrippen werden gemäß Anspruch 24 die Wellrippenbleche vor der wellenförmigen Verformung mit Noppen-Aussparungen versehen und danach die Wellenstruktur in die Wellrippenbleche eingebracht.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 25 und 26 bestehen die Platten aus Aluminium, Kupfer oder Edelstahl und werden durch Löten verbunden. Alternativ dazu können sie gemäß Anspruch 27 auch durch Schweißen, vorzugsweise mit Diodenlasern verbunden werden, wobei der Schweißkopf die Form der Schweißnaht aufweist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 28 und 29 bestehen die Platten aus Kunststoff und werden durch Kleben verbunden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 30 ist der Wärmeübertrager mechanisch verspannt, indem einzelne oder alle Noppen jeweils benachbarter Platten verschweißt sind und als Zuganker wirken. In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 31 bestehen die Wellrippen aus durchoxidiertem Aluminium.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 32 fungiert eine erste Gruppe von Fluidpfaden als Reaktionskanäle und eine zweite Gruppe von Fluidpfaden als Reaktionskanäle oder als Wärmeübertragerkanäle, wobei die die Reaktionskanäle bildenden Platten auf ihren den Reaktionskanälen zugewandten Seiten wenigstens teilweise mit einer Katalysatorbeschichtung versehen sind. Dadurch wird ein Einsatz des Wärmeübertragers als Katalysator für chemische Prozesse möglich, wobei die katalytische Wirkung durch die Katalysatorbeschichtung im ersten Fluidpfad und die für den katalytischen Prozeß jeweils benötigte Wärmezu- oder Wärmeabfuhr durch das Fluid des zweiten Fluidpfades erfolgt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung gemäß Anspruch 33 ist die Katalysatorbeschichtung durch mikroporenerzeugende anodische Oxidation der Platten und anschließendem Anbringen des Katalysatormaterials an die so oxidierten Platten gebildet. Dieses ermöglicht die Erzielung einer großen spezifischen Reaktionsfläche bei gleichzeitig geringem Bauvolumen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben. Hierbei zeigt:

Fig. 1 eine Draufsicht auf eine Platte des erfindungsgemäß ausgebildeten Wärmeübertragers;

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Platte des erfindungsgemäß ausgebildeten Wärmeübertragers mit Darstellung der Richtung der Ausformungen;

**Fig. 3** eine Draufsicht auf eine Platte des erfindungsgemäß ausgebildeten Wärmeübertragers mit Darstellung der Richtung der Ausformungen gegenüber **Fig. 2** um 90° gedreht;

**Fig. 4** eine Draufsicht auf einen Teilbereich der Platte aus **Fig. 2**;

**Fig. 5** eine Schnittdarstellung entlang der Linie I-I der **Fig. 5**;

**Fig. 6** eine Draufsicht auf eine gegenüber **Fig. 1** abgewandelten Platte des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers mit durchgehenden Fluidpfad-Sicken;

**Fig. 7** eine Draufsicht auf eine gegenüber **Fig. 6** abgewandelten Platte des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers mit einer quadratischen Umfangskante und Trennstegen in den Durchbruch-Bereichen;

**Fig. 8** eine Draufsicht auf eine gegenüber **Fig. 6** abgewandelten Platte des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers mit einer quadratischen Umfangskante und in den Ecken angeordneten Kanälen;

**Fig. 9** eine Draufsicht auf eine Platte mit teilweise eingelegten Wellrippen;

**Fig. 10** eine Schnittdarstellung entlang der Linie II-II der **Fig. 9**.

**Fig. 1** zeigt eine Platte **10** des erfindungsgemäß ausgebildeten Wärmeübertragers in einer Draufsicht. Diese Platte **10** besteht aus einem Aluminiumblech von 0,15 mm Dicke, hat eine kreisrunde äußere Umrißkante **11** und weist in seinem inneren Bereich einen Wärmeübertragungsbereich **12** und diesen von außen umschließende Kanäle-Bereiche **14**, **16**, **18** und **20** auf. Der Wärmeübertragungsbereich **12** besitzt eine quadratische Grundfläche, wobei die Kanäle-Bereiche **14**, **16**, **18** und **20** an jeweils einer der Seiten **22**, **24**, **26**, **28** des Wärmeübertragungsbereichs **12** anliegen. Die Kanäle-Bereiche **14**, **16**, **18** und **20** untergliedern sich in einen ersten Eintrittskanal-Durchbruch **30** und einen zweiten Eintrittskanal-Durchbruch **32** sowie einen ersten Austrittskanal-Durchbruch **34** und einen zweiten Austrittskanal-Durchbruch **36**, wobei der erste Eintrittskanal-Durchbruch **30** von einer ersten Eintrittskanal-Sicke **38** und der zweite Eintrittskanal-Durchbruch **32** von einer zweiten Eintrittskanal-Sicke **40** sowie der erste Austrittskanal-Durchbruch **34** von einer ersten Austrittskanal-Sicke **42** und der zweite Austrittskanal-Durchbruch **36** von einer zweiten Austrittskanal-Sicke **44** umrandet sind, die jeweils eine Höhe von 0,15 mm aufweisen. Die Ein- und Austrittskanal-Durchbrüche **30**, **32**, **34**, **36** besitzen eine etwa ovale Form, die auf der jeweils dem Wärmeübertragungsbereich **12** zugewandten Seite abgeflacht ist. Umrandet wird die gesamte Platte **10** von einer Umfangssicke **45**.

Der Wärmeübertragungsbereich **12** weist länglich geformte Noppen **46** und **48** mit einer Höhe von jeweils 0,15 mm auf, die genau wie die Kanal-Sicken durch Blechumformung der Platte **10** erstellt sind. Von diesen Noppen sind jeweils fünf auf einer gemeinsamen Noppenreihenachse, die parallel zu den Noppen-Längsachsen verläuft, angeordnet und bilden so eine Noppen-Reihe, die aus einzelnen Noppen und dazwischen angeordneten unverformten Bereichen besteht. Von diesen Noppen-Reihen sind jeweils vier parallel zueinander angeordnet und verlaufen mit ihrer Noppenreihenachse zwischen dem ersten Eintrittskanal-Durchbruch **30** und dem ersten Austrittskanal-Durchbruch **34**, wodurch fünf parallele Strömungskanäle, die zwischen den Noppenreihen gelegen sind und von diesen seitlich begrenzt sind, den ersten Eintrittskanal-Durchbruch **30** und den ersten Austrittskanal-Durchbruch **34** verbinden. Dabei sind die Strömungskanäle aufgrund der unverformten Bereiche zwischen den Noppen innerhalb einer jeweiligen Noppenreihe nicht fluiddicht voneinander getrennt. Senkrecht zu

diesen ersten Noppenreihen aus Noppen **46** verlaufen weitere zweite Noppenreihen aus Noppen **48**, die mit ihrer Noppenreihenachse zwischen dem zweiten Eintrittskanal-Durchbruch **32** und dem zweiten Austrittskanal-Durchbruch **36** verlaufen, wodurch fünf parallele Strömungskanäle den zweiten Eintrittskanal-Durchbruch **32** und den zweiten Austrittskanal-Durchbruch **36** verbinden. Die Kreuzungsbereiche **50** zwischen den Noppenreihen sind jeweils dort angeordnet, wo die zwischen den Noppen gelegenen unverformten Bereiche sind.

Die Richtungen der Ausformungen der Sicken **38**, **40**, **42**, **44** und der Noppen **46** und **48** ergeben sich aus **Fig. 2** und **Fig. 3**. Diese zeigen jeweils eine Draufsicht auf eine Platte des erfindungsgemäß ausgebildeten Wärmeübertragers, wobei die Richtung der Ausformungen durch die Stärke der Linien dargestellt ist. Dabei sind die Noppen **46**, die mit dicken Linien dargestellt sind, bezüglich der Zeichnungsebene nach oben ausgeformt, während die Noppen **48** nach unten ausgeformt sind. Die Umfangssicke **45** ist ebenfalls nach oben ausgeformt. Im leichter Abwandlung zu der Darstellung in **Fig. 1** erfüllt die Umfangssicke **45** in den Bereichen **45a** und **45b** zum Teil gleichzeitig die Funktion der Kanal-Sicken **38** und **42**, was zu einer Funktionsintegration und einer Vereinfachung des Aufbaus der Platte **10** führt.

Der erfindungsgemäße Wärmeübertrager entsteht durch eine Stapelung mehrerer solcher Platten aufeinander, wobei diese jeweils um 90° gegeneinander verdreht gefügt werden, im vorliegenden Beispiel der **Fig. 2** und **Fig. 3** durch eine Drehung im Uhrzeigersinn. Bei einem solchen Aufeinanderstapeln von zunächst zwei Platten **10a** und **10b** kommen, indem die Platte **10b** auf die Platte **10a** gelegt wird, die in der Zeichnungsebene nach oben ausgeformten Noppen **46** der Platte **10a** mit den in Zeichnungsebene nach unten ausgeformten Noppen **48** der Platte **10b** in Kontakt und sorgen damit für eine gegenseitige Beabstandung der beiden Platten. Analoges ergibt sich mit den Sicken. So kommen die in der Zeichnungsebene nach oben ausgeformten ersten Eintrittskanal-Sicken **38** der Platte **10a** mit den in Zeichnungsebene nach unten ausgeformten zweiten Austrittskanal-Sicken **44** der Platte **10b** in gegenseitigen Kontakt.

Dazu sei angemerkt, daß die Bezeichnungen der Austrittskanal-Sicken bzw. Eintrittskanal-Sicken durch die Drehung der Platten nicht mehr die Funktion der dazugehörigen Durchbrüche beschreiben, sondern lediglich geometrisch – wie in **Fig. 1** dargestellt – zu verstehen sind.

Durch den Kontakt der Eintrittskanal-Sicken **38** der Platte **10a** und der Austrittskanal-Sicken **44** der Platte **10b** wird in dem Bereich, in dem der erste Eintrittskanal-Durchbruch **30** der Platte **10a** bzw. der zweite Austrittskanal-Durchbruch **36** der Platte **10b** gelegen ist, ein Kanal gebildet, der bezüglich des Wärmeübertragungsbereichs **12** durch die beiden Eintrittskanal-Sicken **38** und Austrittskanal-Sicken **44** gegenüber diesem abgedichtet ist. Gleiches gilt für den Kanal im gegenüberliegenden Bereich, in dem der zweite Eintrittskanal-Durchbruch **32** der Platte **10b** bzw. der erste Austrittskanal-Durchbruch **34** der Platte **10a** gelegen sind. Durch diese Abdichtung erfährt das über den Wärmeübertragungsbereich **12** geführte Fluid eine seitliche Führung. Außerdem wird der Wärmeübertragungsbereich bezüglich der beiden oben genannten Kanäle fluidtechnisch abgekoppelt.

Da die zweiten Austrittskanal-Sicken **44** der Platte **10a** nach unten und die dazugehörigen ersten Austrittskanal-Sicken **42** der Platte **10b** nach oben ausgeformt sind, also jeweils vom durch die Platten **10a** und **10b** gebildeten Fluidpfad wegragen, stehen sie nicht in gegenseitigem Kontakt. Sie gewährleisten damit den fluidtechnischen Kontakt zwischen den durch diese Sicken **42** und **44** gebildeten Kanäle. Entsprechendes gilt für die zweiten Eintrittskanal-Sicken **40** und **38**.

ken 40 der Platte 10a und die ersten Eintrittskanal-Sicken 38 der Platte 10b. Dadurch, daß diese Sicken 42 und 44 bzw. 38 und 40 von dem jeweils durch die Platten 10a und 10b gebildeten Fluidpfad wegragen, ragen sie in der jeweils nächsten Ebene, die durch weiteres Stapeln weiterer Platten gebildet wird, jeweils in die Fluidpfade hinein und stehen mit der jeweils nächsten Platte in Kontakt.

Durch weiteres Aufeinanderstapeln von Platten 10c, 10d, 10e gemäß Fig. 4 und Fig. 5 entsteht somit ein Wärmeübertrager, wobei von dessen vier Kanäle-Bereichen 14, 16, 18 und 20 jeweils in einer ersten Ebene zwei gegenüberliegende durch den Wärmeübertragungsbereich 12 fluidtechnisch gekoppelt und die anderen beiden Kanäle getrennt sind, wobei diese anderen beiden dann in der jeweils nächsten Ebene fluidtechnisch gekoppelt sind und die erstgenannten beiden Kanäle getrennt sind. Dadurch ergibt sich ein Wärmeübertrager, der eine Wärmeübertragung zwischen zwei Fluiden im Kreuzstromverfahren erlaubt.

Fig. 6 zeigt eine alternative Ausführung der in Fig. 1 dargestellten Platte 10. Diese Platte 52 und der daraus gebildete Wärmeübertrager entspricht grundsätzlich dem in Fig. 1 dargestellten Aufbau. Sie unterscheidet sich lediglich im Aufbau des Wärmeübertragungsbereichs 12a darin, daß statt der Noppen 48 der Platte 10 auf der Platte 52 durchgehende Fluidpfad-Sicken 54 verwandt werden. Dadurch wird die Kontaktfläche zwischen den einzelnen Platten vergrößert, was eine erhöhte Druckstabilität zur Folge hat. Ansonsten gilt die obige Beschreibung für diesen Wärmeübertrager analog.

Fig. 7 zeigt eine gegenüber Fig. 6 abgewandelte Platte 56, bei der der Aufbau des Wärmeübertragungsbereichs 12a mit dem der Fig. 6 übereinstimmt und lediglich der außen liegende Kanäle-Bereich 14a, 16a, 18a, 20a verändert ist. Dieser besitzt eine etwa quadratische Umfangskante 58, die an den Ecken jeweils eine faserartige Abflachung 60 aufweist. Im Kanäle-Bereich 14a, 16a, 18a, 20a sind die jeweils auf einer der vier Seiten des Wärmeübertragungsbereichs 12a gelegenen Durchbruch-Bereiche durch Trennsteg 62 voneinander getrennt. Dadurch werden die aus den einzelnen Durchbruchbereichen beim Aufeinanderstapeln der Platten 56 gebildeten Kanäle druckstabiler.

Eine weitere Möglichkeit der Anordnung der Kanäle-Bereiche 14b, 16b, 18b, 20b in einer Platte 64 zeigt Fig. 8. Dabei besitzen die Kanäle jeweils eine etwa dreieckförmige Gestalt und sind in den Eckbereichen der insgesamt quadratischen Platte 64 angeordnet. Die Noppen 66 haben im Gegensatz zu der Platte 10 aus Fig. 1 eine kreisrunde Querschnittsform. Ansonsten gilt für den weiteren Aufbau und die Funktionsweise das oben beschriebene.

Fig. 9 zeigt eine Draufsicht auf eine Platte 68, die zunächst grundsätzlich dem Aufbau der Platte 52 aus Fig. 6 entspricht. Abgewandelt ist dabei der Abstand der Fluidpfad-Sicken 54a, so daß die dazwischen ursprünglich angeordneten Noppen ebenfalls eine länglichere Gestalt aufweisen und zu Sicken 70 geworden sind. Die Noppen bzw. Sicken 70 sind allerdings jeweils in eine Richtung der Platte 68 deutlich höher ausgeformt als in die andere Richtung der Platte 68, so daß der aufeinander gestapelte Wärmeübertrager, wovon Fig. 10 einen Schnitt darstellt, jeweils benachbart einen sehr flachen Fluidpfad von etwa 0,15 mm Höhe und einen relativ hohen Fluidpfad von etwa 2,0 mm Höhe aufweist. In die hohen Fluidpfade sind Wellrippen 72 einlegbar. Diese haben Aussparungen, die mit den Sicken 70 korrespondierend ausgeführt sind. Ein solchermaßen gestalteter Wärmeübertrager kann beispielsweise als Kondensator eingesetzt werden, um mit seiner Hilfe aus feuchter Luft Reinstwasser auszukondensieren, ohne daß dieses aus einem Kondensatorwerkstoff Ionen austrägt, wozu eine Aus-

führung in Edelstahl notwendig ist. Dazu wird dieser Kondensator mit einem zweiten Fluid, in diesem Fall mit Umgebungsluft, gekühlt, wobei in diesem Fall Wellrippen aus Aluminium-Werkstoff vorteilhaft sind.

Weitere Anwendungen der beschriebenen Wärmeübertrager sind ein Einsatz in einem Gaserzeugungssystem eines brennstoffzellenbetriebenen Kraftfahrzeuges, wobei der Wärmeübertrager dazu als chemischer Reaktor ausgeführt ist, indem jeweils jeder zweite Fluidpfad als Reaktionskanal mit einer Katalysatorbeschichtung versehen ist und die übrigen Fluidpfade zur Kühlung oder Heizung der Reaktionskanäle dienen.

Ebenso ist ein Einsatz als katalytischer Reaktor möglich, insbesondere in Edelstahl-Ausführung. Da bei derartigen katalytischen Reaktoren eine große katalytisch beschichtete Austauschfläche notwendig ist, kann diese durch die Wellrippenstruktur erreicht werden, wobei beispielsweise durchoxidiertes Aluminium, was eine hervorragende Trägersubstanz für Katalysatoren darstellt, eingesetzt werden kann. Während durch den Träger das zu katalysierende Medium strömt, dient das zweite Fluid der Temperierung des Prozesses.

Des weiteren ist ein Einsatz als Ölkühler oder Kraftstoffkühler möglich.

Anschlußmöglichkeiten ergeben sich durch nicht dargestellte Abdeckplatten, die die jeweiligen Plattenstapel zu jeder Stapelseite hin abgrenzen und zwischen denen die jeweiligen Plattenstapel angeordnet sind.

#### Patentansprüche

1. Wärmeübertrager in Kreuzstrom-Bauweise, der von wenigstens zwei Fluiden durchströmt wird, bestehend aus

- zwischen zwei Abdeckplatten aufeinander gestapelten Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68), die bereichsweise voneinander beabstandet und bereichsweise in Kontakt sind, so daß zwischen ihnen in einem Wärmeübertragungsbereich (12, 12a) Fluidpfade gebildet sind, und
- seitlich in Kanäle-Bereichen (14, 16, 18, 20, 14a, 16a, 18a, 20a, 14b, 16b, 18b, 20b) angeordneten Eintrittskanälen und Austrittskanälen, die aus Eintrittskanal-Durchbrüchen (30, 32) und Austrittskanal-Durchbrüchen (34, 36) in den Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) gebildet sind,
- wobei jeweils wenigstens ein Eintrittskanal und ein Austrittskanal mit einer Gruppe von jeweils übernächsten Fluidpfaden in Fluidverbindung steht,

dadurch gekennzeichnet, daß die Beabstandung der Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) durch Ausformungen (38, 40, 42, 44, 46, 48, 54, 54a) der Platten erfolgt.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausformungen durch bereichsweise angeordnete Noppen (46, 48) und/oder Sicken (38, 40, 42, 44, 54, 54a) gebildet sind.

3. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluidpfade eine Höhe von etwa 0,1 mm bis 2 mm bei einer Breite von etwa 3 bis 20 mm und die Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) eine Dicke von etwa 0,03 bis 0,3 mm aufweisen.

4. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) jeweils

gleicher Bauart und gegenüber der jeweils nächsten Platte um 90° gedreht gefügt sind.

5. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Noppen (46, 48) und/oder Sicken (38, 40, 42, 44, 54, 54a) sich jeweils teilweise auf unterschiedlichen Seiten der jeweiligen Platte (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) erheben.

6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) im Wärmeübertragungsbereich (12, 12a) Noppen-Reihen aufweisen, wobei einzelne Noppen (46, 48) auf einer gemeinsamen Noppen-Achse gelegen sind, so daß die Noppen-Reihen aus mehreren aufeinanderfolgenden Noppen (46, 48) und jeweils dazwischen angeordneten unverformten Bereichen bestehen.

7. Wärmeübertrager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Noppen eine etwa ovalförmige Gestalt aufweisen.

8. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) jeweils mehrere Noppen-Reihen parallel zueinander und parallel zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluids angeordnet sind.

9. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) jeweils mehrere der Noppen-Reihen parallel zueinander und senkrecht zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluids angeordnet sind.

10. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die parallel zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluidpfades gelegenen Noppen-Reihen von beiden den jeweiligen Fluidpfad begrenzenden Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) in den jeweiligen Fluidpfad hineinragen und in gegenseitigem Kontakt sind.

11. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) jeweils mehrere Fluidpfad-Sicken (54) parallel zueinander und parallel zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluids angeordnet sind.

12. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrecht zur Strömungsrichtung des jeweiligen Fluidpfades gelegenen Noppen-Reihen von beiden den jeweiligen Fluidpfad begrenzenden Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) von dem jeweiligen Fluidpfad wegragen.

13. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittskanal-Durchbrüche und Austrittskanal-Durchbrüche mehrere einzelne Durchbruch-Bereiche, die durch Trennsteg (62) voneinander getrennt sind, aufweisen.

14. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittskanal-Durchbrüche (30, 32) und Austrittskanal-Durchbrüche (30, 32) von Kanal-Sicken (38, 40, 42, 44) umrandet sind.

15. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Kanal-Sicken (38, 40, 42, 44) der jeweils gegenüberliegenden Eintritts-Durchbrüche und Austritts-Durchbrüche auf eine andere Seite der jeweiligen Platte erheben als die Kanal-Sicken der jeweils anderen, ebenfalls je-

weils gegenüberliegenden Eintritts-Durchbrüche und Austritts-Durchbrüche.

16. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeübertragungsbereich (12, 12a) eine etwa quadratische Form aufweist und die Kanäle-Bereiche (14, 16, 18, 20, 14a, 16a, 18a, 20a, 14b, 16b, 18b, 20b) eine etwa quadratische Umfangskante aufweisen.

17. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Wärmeübertragungsbereich (12, 12a) eine etwa quadratische Form aufweist und die Kanäle-Bereiche (14, 16, 18, 20, 14a, 16a, 18a, 20a, 14b, 16b, 18b, 20b) eine etwa kreisrunde Umfangskante aufweisen, so daß die Eintritts-Durchbrüche und Austritts-Durchbrüche eine etwa halbovale Querschnittsform haben.

18. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in die Platten tiefgezogene Turbulatoren integriert sind.

19. Wärmeübertrager nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbulatoren in Form von Winklets ausgebildet sind.

20. Wärmeübertrager nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbulatoren mit einer Turbulatorenhöhe in die jeweiligen Fluidpfade hineinragen, die geringer ist als die Fluidpfadhöhe des jeweiligen Fluidpfads.

21. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten von jeweils übernächsten Fluidpfaden zur Aufnahme von Wellrippen (72) durch Wellrippen-Noppen beabstandet sind, die höher sind als die jeweils anderen Noppen.

22. Wärmeübertrager nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellrippen-Noppen eine Noppenhöhe von 0,5 mm bis 4 mm aufweisen.

23. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellrippen 72 Aussparungen aufweisen, die derart mit der Anordnung der Wellrippen-Noppen korrespondierend angeordnet sind, daß die Wellrippen-Noppen durch diese Aussparungen und damit durch die Wellrippen hindurch in Kontakt sind.

24. Verfahren zum Herstellen der Wellrippen nach Anspruch 21, 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellrippenbleche vor der wellenförmigen Verformung mit Noppen-Aussparungen versehen werden und danach die Wellenstruktur in die Wellrippenbleche eingebracht wird.

25. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) aus Aluminium, Kupfer oder Edelstahl bestehen.

26. Wärmeübertrager nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) durch Löten verbunden werden.

27. Wärmeübertrager nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß die aus Edelstahl bestehenden Komponenten durch Schweißen, vorzugsweise mit Diodenlasern verbunden werden, wobei der Schweißkopf die Form der Schweißnaht aufweist.

28. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) aus Kunststoff bestehen.

29. Wärmeübertrager nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Platten (10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10e, 52, 56, 64, 68) durch Kleben verbunden werden.

30. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß er mechanisch verspannt sind, indem einzelne oder alle Noppen jeweils benachbarter Platten verschweißt sind und als Zuganker wirken.

5

31. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellrippen (72) aus durchoxidiertem Aluminium bestehen.

32. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine erste Gruppe von Fluidpfaden als Reaktionskanäle und eine zweite Gruppe von Fluidpfaden als Reaktionskanäle oder als Wärmeübertragerkanäle fungiert, wobei die die Reaktionskanäle bildenden Platten auf ihren den Reaktionskanälen zugewandten Seiten wenigstens teilweise mit einer Katalysatorbeschichtung versehen sind.

10

15

33. Wärmeübertrager nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß die Katalysatorbeschichtung durch mikroporenerzeugende anodische Oxidation der Platten und anschließendem Anbringen des Katalysatormaterials an die so oxidierten Platten gebildet ist.

20

34. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wellrippen (72) mit Washcoat belegt sind.

25

---

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

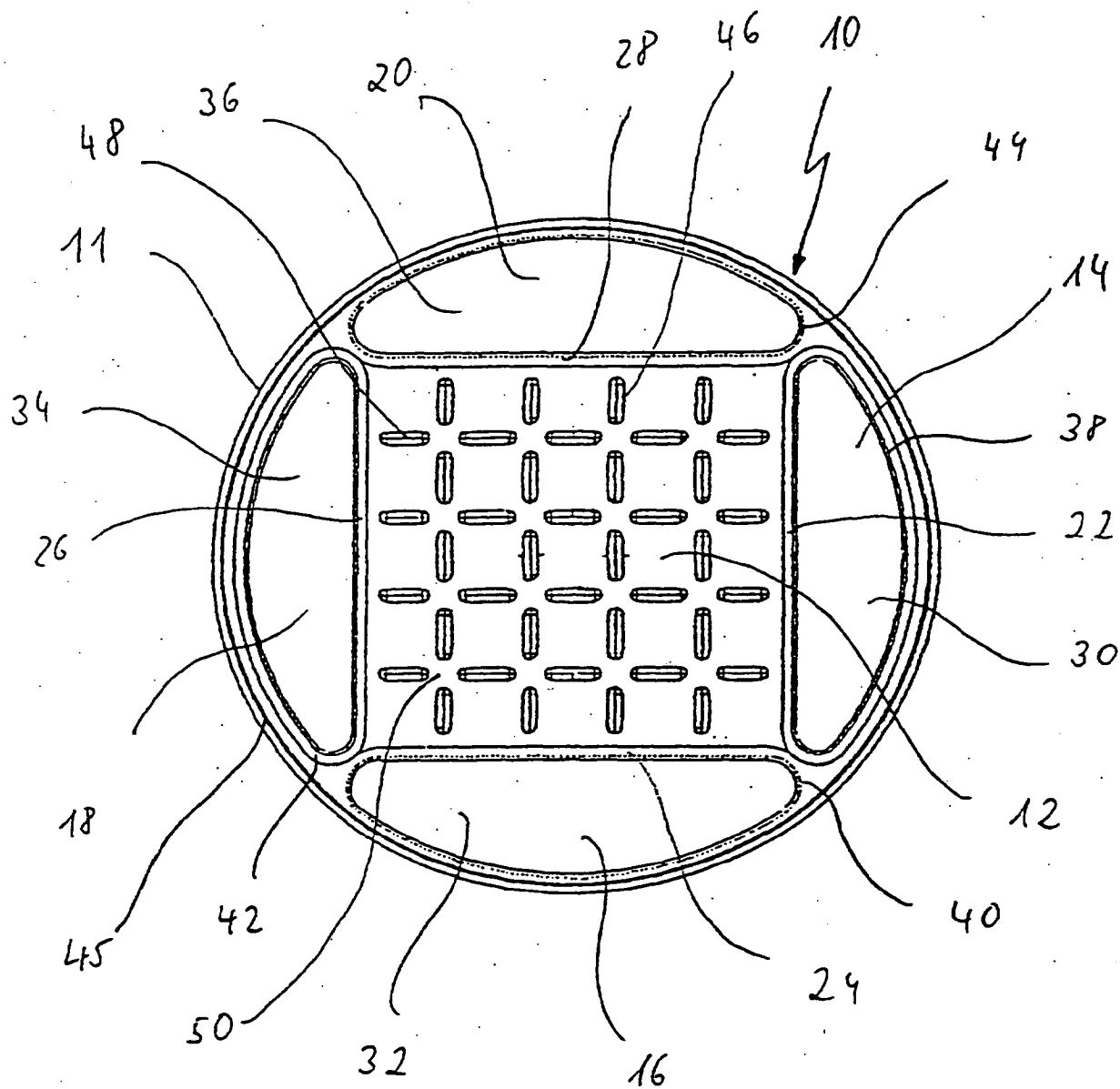
55

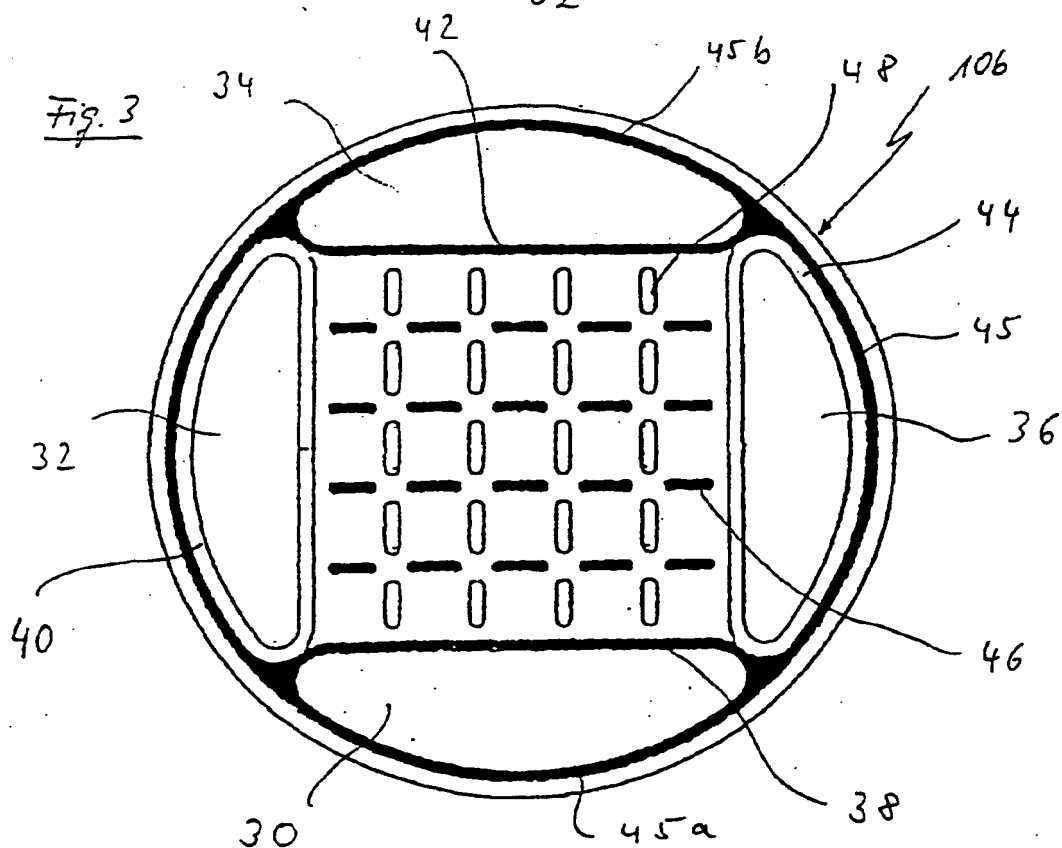
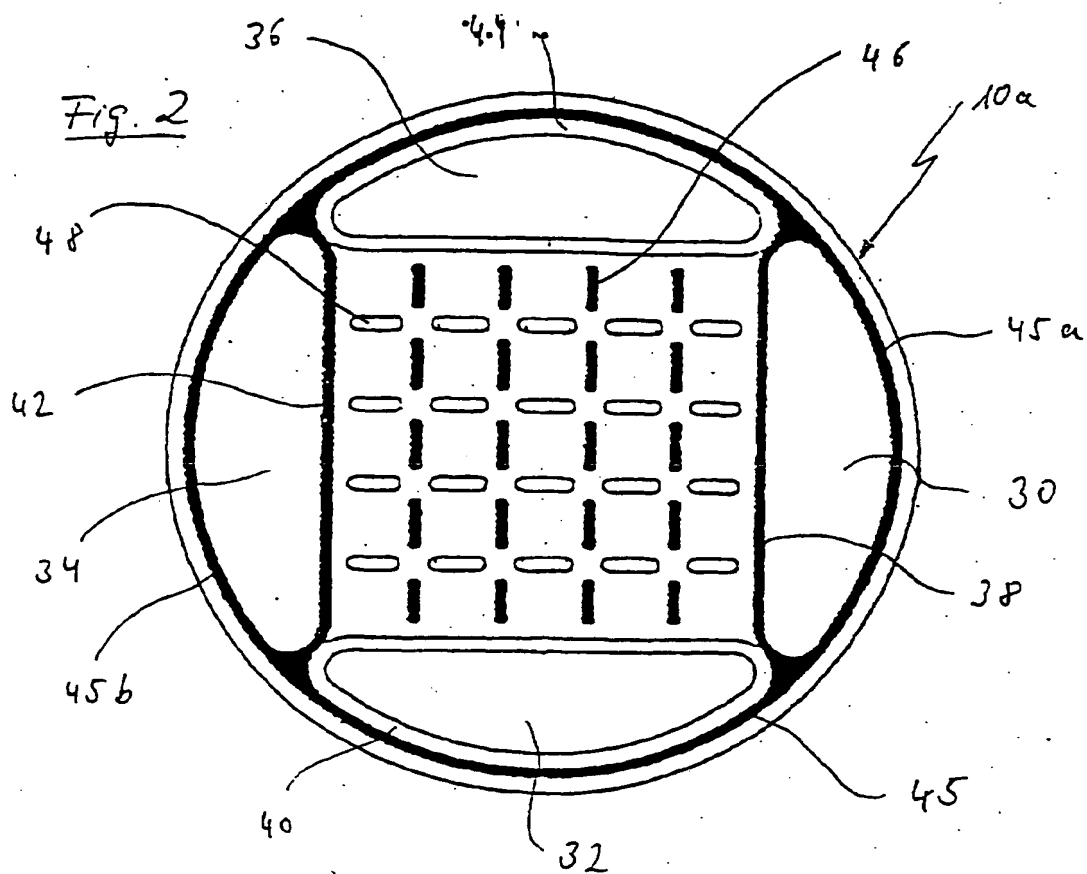
60

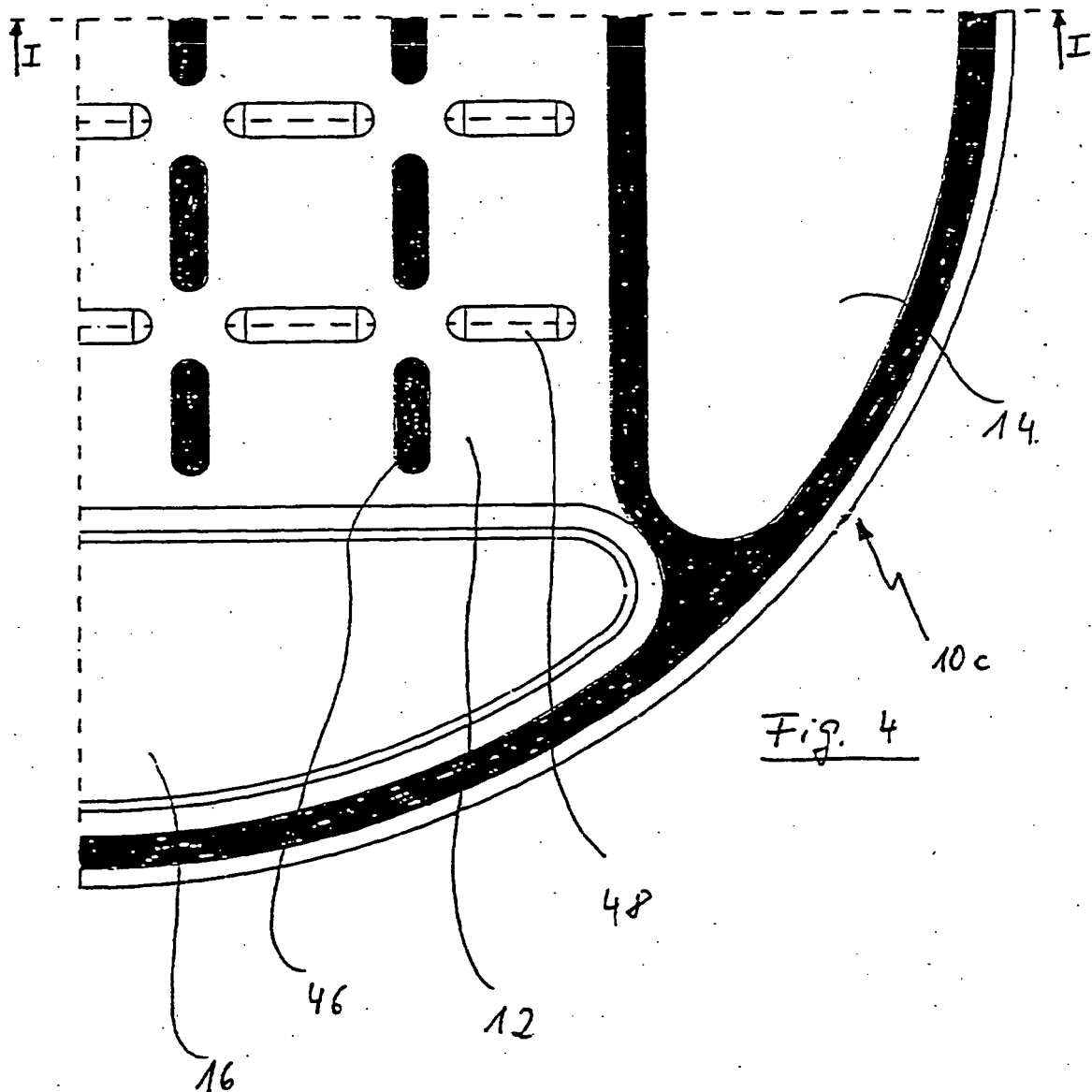
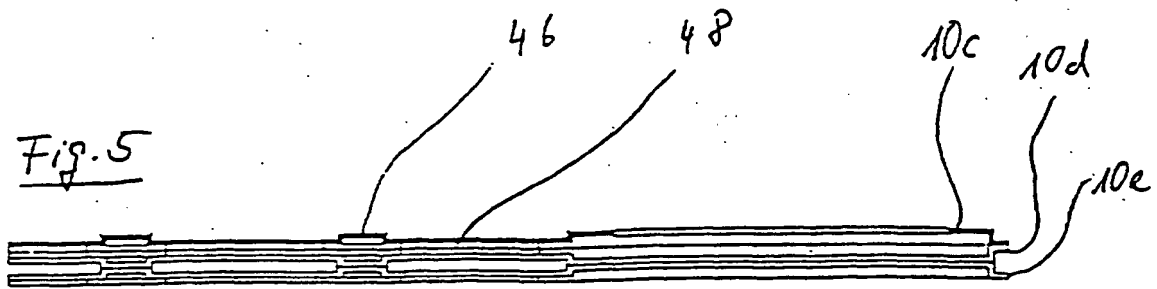
65

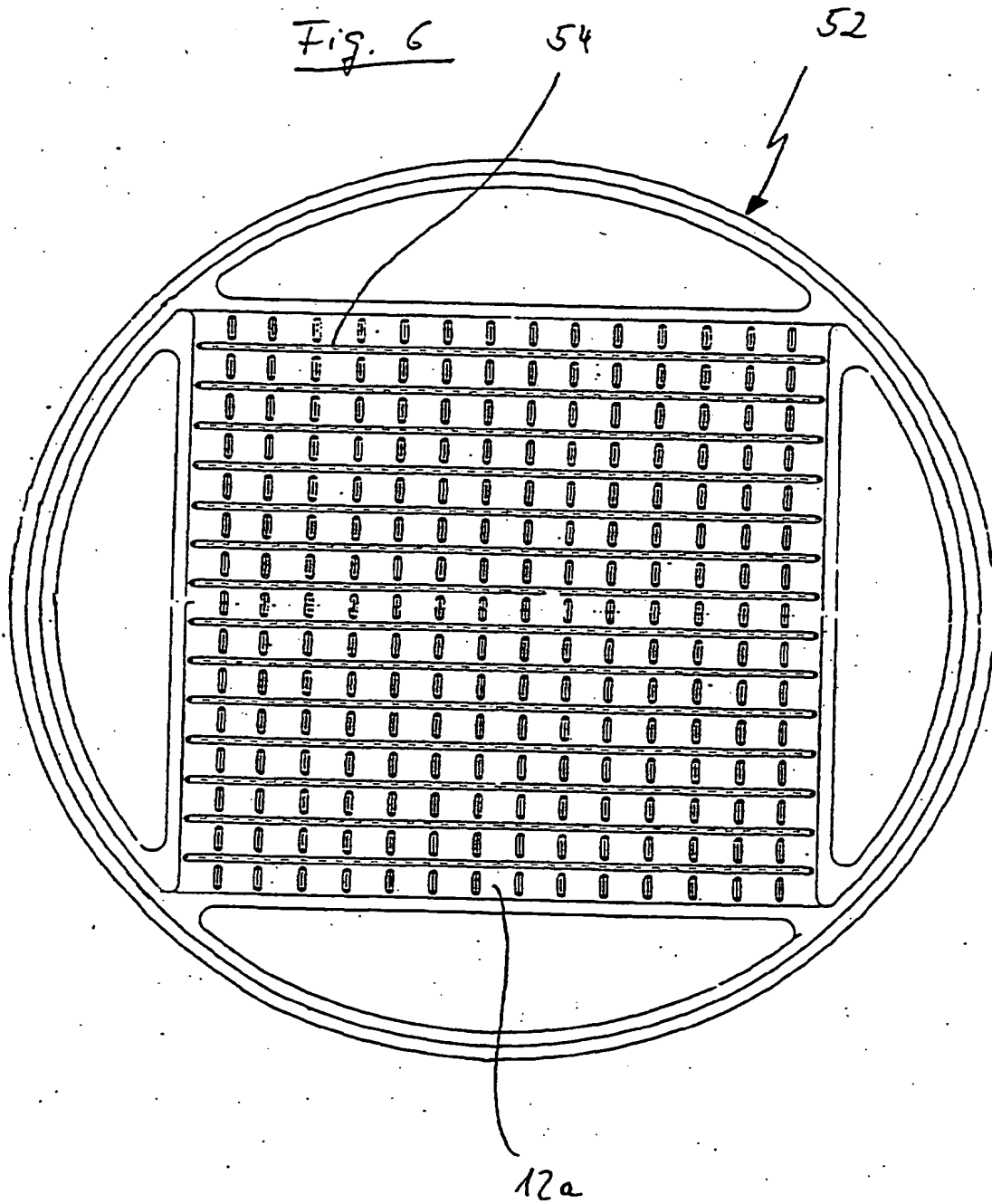


Fig. 1









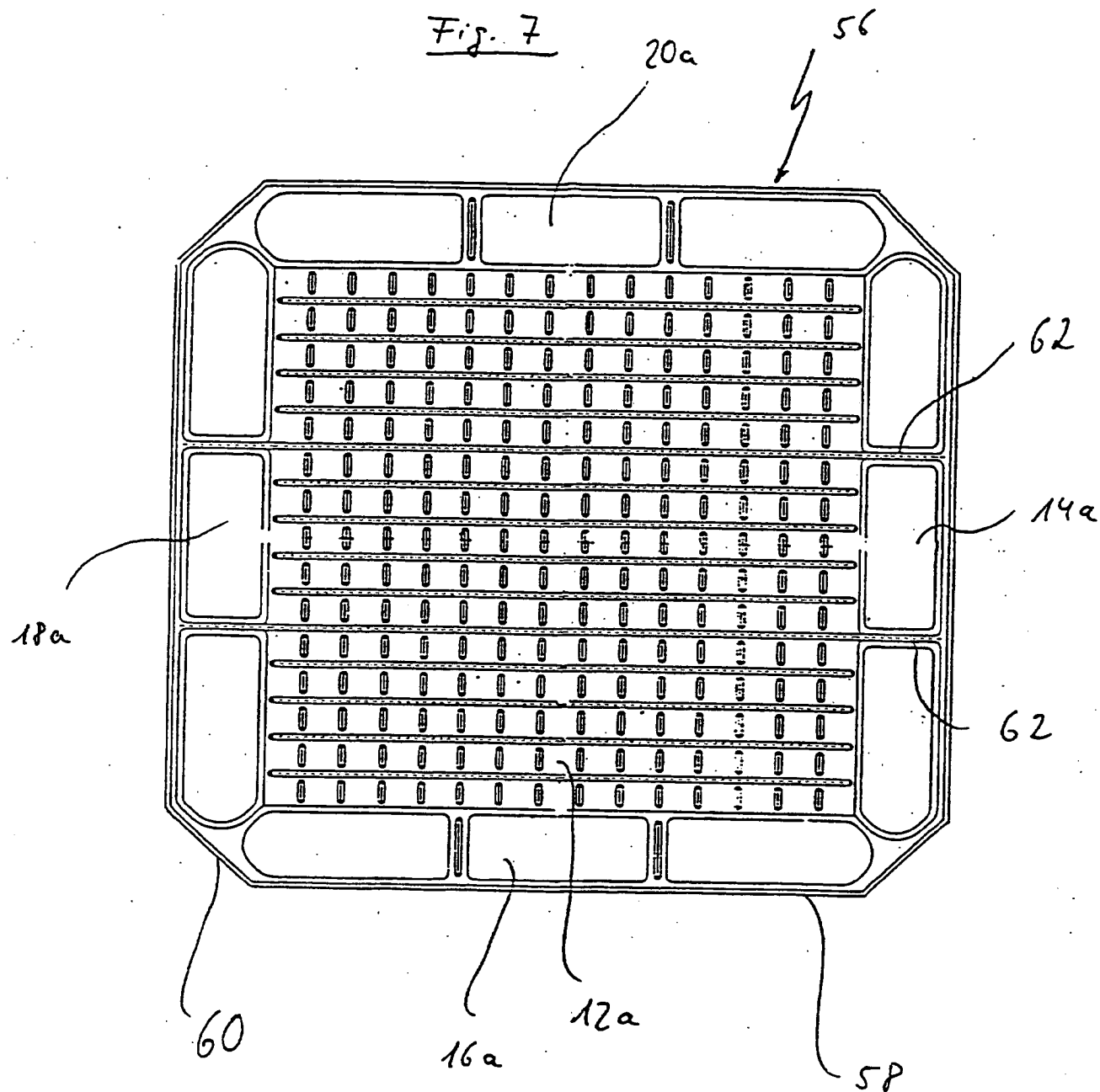


Fig. 8

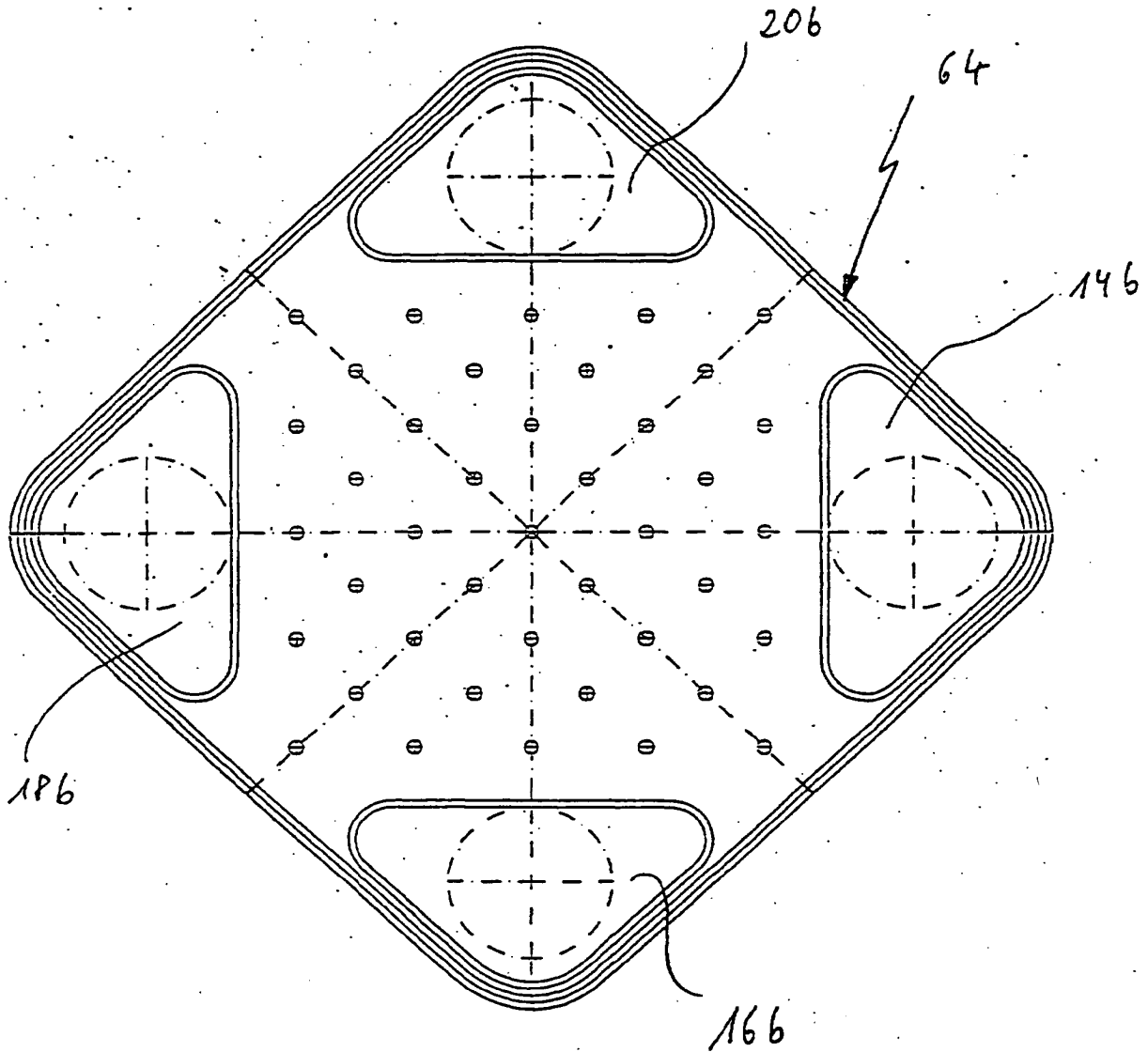
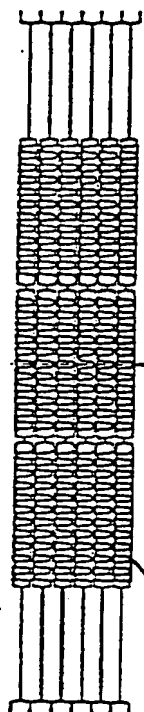


Fig. 10



72

Fig. 9

